E/CONF.39/D/37
29 Sept.1962
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

Agenda Item : D.12.1

Israël

THE ROLE OF HEAVY CHEMICALS IN INDUSTRIAL DEVELOPMENT

By A. GOLDBERG,
ARSM, BSc(Min), AMIChe

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

D. 12 (a)

THE ROLE OF HEAVY CHEMICALS IN INDUSTRIAL DEVELOPMENT

A. Goldberg, ARSM, BSc(Min) AMIChE

1. In the past the development of industries in developing countries was frequently hampered by the absence of capital and enterpreneurship, and in addition this development was impossible as administrative and organizational skills were not available. At present, the developed countries are interested in providing funds to developing countries and are anxious to find suitable development projects. There is capital available for development which is not used due to the non-availability of schemes and plans for the utilization of this resource.

2. The writer maintains that the development of a heavy chemical industry is one of the best methods of utilizing capital, in order to help in the industrial development of a country. A case study based upon the development of a heavy chemical industrial complex in Haifa, Israel, is put forward as an example.

3. The agrarian economies of the tropical and semi-tropical countries are dependent upon intensive food production operations. As the agricultural methods are modernised and the use of fertilizers are introduced, the agricultural employment drops and labour is made available, which can be used by the Chemical Industry which in turn supplies the fertilizers to the Agriculturists. The fertilizer industry is thus not in competition with the agriculturist, either for labour or for capital, but is in many ways complementary.

4. (a) The Heavy Chemical Industry I am referring to is the industry which produces:

The Mineral Acids
Nitrogen fertilizers by Nitrogen fixation
Industrial gasses
Basic chemicals
and complete plant food fertilizers.

(b) Agriculture will adapt itself to available fertilizers if they are "on call", and in many cases the Chemical Industry can spark off the utilization of fertilizers due to its proximity to the agricultural community.

5. There have been arguments in the past between practical and theoretical economists as to the advisability of developing capital intensive industries in developing countries, but I submit that every developing country must start at least at the point reached by more developed countries and will only thus be able to develop its industrial potential - he Chemical Industry is an admirable way to develop industrial thinking and to telescope generations of development into a short period.

6. The case history which I am describing indicates that the essential in developing an industry is the following of a clear plan and the willingness both to import knowledge and to accept knowledge. Willing people learn quickly all over the world.

7. Short History

The heavy chemical plant in Haifa was considered and discussed in 1946, and immediately after the State of Israel was formed a committee of three were appointed by the Government, in order to put forward recommendations for the construction of a chemical plant. The report was submitted in 1948, accepted and construction started in the same year.

8. We were faced with the problem of little skilled labour and few skilled operators. We collected 12 people who had previous industrial experience. Our difficulties of implementation were increased as the country was going through a serious foreign currency shortage.

9. (a) The management of the new enterprise decided on

(A) a short term target of the construction of basic chemical plants

and

(B) the development of a chemical industry, which could subsequently utilize the ideas of our research institutes.

(b) The first essential was to utilize the nucleus of the industrially trained men available and to train the many skilled men, who would be needed for the operation and maintenance of the plants. It was obvious that only training within the plant would be possible for the vast majority of the men, only a select few could be sent abroad to learn modern production techniques.

10. It was decided rapidly to construct two small plants - a small Sulphuric Acid plant and a simple Superphosphate Den plant. The equipment for the plants was imported and speedily erected. The farmers in 1948 used 20,000 tons of fertilizers, all imported - sometimes the fertilizers were late in arriving, sometimes storage was difficult. Even the small Superphosphate plant gave a big impetus to agriculturists to increase the use of fertilizers. The knowledge that fertilizers were available as and when wanted led to studying methods of more economic application, and for instance the technique was developed that the first application of fertilizer was made with the first cultivation in May, thus saving the labour required. The whole attitude of the farmers changed with the knowledge that a local material was available.

11. (a) The small initial plant was used as a pilot operation for the training of personnel and for the establishment of industrial thinking. It was rapidly followed by the construction of a large integrated plant, which is nowproducing all Israel's requirements of basic chemicals.

(b) The small initial plant,which had a total investment of about $300,000 and employed 35 men, had to bring in Phosphate Rock from either Morrocco

or Florida. 7 to 10,000 ton shipments were difficult to finance and also costly to store. It was natural that the management of the plant should press on the Geological Survey people to accelerate surveys of suitable areas where Phosphate Rock might be found. There was Rock in the area, and the first vertical development was the entry into the mining field. There is no doubt that but for the need of Rock for the plant many years would have gone by before Phosphate Rock would have been exploited. As it is, a large operation was born, which now exports half its rock and there are plans for a tenfold expansion. The mining operation entailed training miners, surveyors, and in its wake there followed a course for ore dressing in the Institute of Technology and a more scientific approach to all the quarrying methods in the country.

12. The next development resulting from this was the establishment of a heavy transport organization. Phosphate Rock is cheap only if cheaply transported. In 1950 the first steps were taken by the Chemical plant to purchase 12 heavy 30 ton trucks for the transport of Rock - the first really heavy trucks in the country. It was decided that it is better to run a transport organization separately. A transport company was formed and has grown to an organization which now owns 140 heavy vehicles, all between 30 and 40 ton capacity and which move all the Rock, Salt and Potash in the country. In turn, this entailed service facilities - training of personnel, erection of transfer points and all the trimmings of a modern haulage concern.

13. Training of Personnel

(a) The Management forecast that the completed integrated Chemical plant would employ about 900 to 1000 people, and it was decided that recruitment would commence as soon as possible to enable as many people as possible to learn the plant during the construction period by working on the building and erection and to become acquainted with the necessary administrative and technical operations of the plant. In 1951 a series of training schools were set up in the plant - first of all a school for the learning of Hebrew which is the official language of the country - but in 1951 we had 30 languages spoken among the 250 men employed, and since successful communication is the first essential in any organization, a common language was of vital importance.

(b) The background of the trainees was very broad - agricultural workers, small shopkeepers, Bible students, tailors, bakers - in fact every human occupation appeared to be represented. Since we intended to build a highly technical plant, the first essential was an understanding of technical instructions, drawings, and such basic principles as temperature measurement, pressure control and the first elements of Chemistry. Courses were given half in the employees time and half in the Company's time.

14. Then came the specialist schools:

(a) Lead Burning

A large chemical plant uses a lot of lead - the manipulation of lead was practically unknown in the country - a contract was placed for several thousand tons of lead work with a British firm with a definite stipulation that lead burning must be taught to 12 of our men. The condition was carried out and there are now ample facilities for lead work in the country, both inside the firm and outside (inevitably some trainees leave the company in

due course). The facilities available are used by other industries and have greatly simplified chemical construction in the country.

(b) Welding

Everywhere one goes these days one sees welding being done - 2 pieces of metal stuck together with some weld metal, but this is useless for a modern plant and or for the construction of stressed structures. There was plenty of this type of semi-professional welding in the country - we decided we needed high grade welding, metallurgical control and proper inspection. This entailed placing a contract with a company specializing in welding training in England and the organization of coupon testing. A school was set up in the plant and all welders passed through the school. The welders after schooling were classified into 3 grades and the highest grade have regular refresher courses. The result is that high grade welding is now commoner in the country, and with the completion of major construction work in our Company high class welders are available to other enterprises and form the nucleus of the skilled personnel in fabrication shops, ship repair yards and steel construction facilities.

(c) Rubber Lining and Plastic Working

(i) A similar technique was adopted - licences with training were purchased from England and France, so that facilities would be available. High quality work is being done and has resulted in the development of an industry which is manufacturing chemical equipment and even exporting it to European users.

(ii) In this way crafts, which were non-existent and which are essential to a growing chemical industry, were provided and have by a snow ball effect grown and developped into interesting ancillary enterprises.

(iii) In this connection, it must be said that substantial Government aid in such training programmes is justified as the fund of knowledge built up is a national asset rather than a company asset. It is impossible to find real means other than those of persuasion and provision of interesting work to hold on to the trainees in the training company. This is also a form of foreign aid which is most appreciated, subject to it being provided by really practical men who know the job themselves from the artisans point of view. The skills learned are not difficult to absorb by people with a secondary school education. The idea that it takes generations to form an industrially skilled populace is in many ways a superstition and is also a convenient safeguard against the flooding of the labour market by new recruits. Our experience is that psycho-technical tests weed out the hopeless cases rapidly - the hopeful ones learn quickly and given proper encouragement become adept at their work.

(d) Engineering and Administrative Training

(i) The most important training from the long-term point of view was the engineering and administrative training which was partially planned but to a large extent was due to the foreign currency shortage. The USA engineering contractors for the main plants were asked to reduce to a minimum the

foreign currency expenditure, and it was agreed that an engineering office would be set up locally to produce all the necessary engineering drawings. In addition our personnel were trained in modern erection methods and up-to-date construction planning, purchasing and progressing.

(ii) Over 50 graduates were trained in this way, and now are the mainstay of the company's and of other chemical company's technical and managerial staff. Simultaneously a progressive personnel management programme was instituted which has been studied by ILO [a]

15 The construction period.

(a) The major plant to be built meant an expenditure of about 25 million $. Of this sum approximately 30% was purchased from abroad in the form of finished equipment and the balance was spent in the country over a period of 5 years with a peak spending of $7\frac{1}{2}$ million per year mostly locally in the Haifa Area. Of this one third was civil engineering work and the rest fabrication, erection, piping, etc. The fabrication facilities in the Haifa area in effect grew up as the result of this expenditure, and facilities were formed which have subsequently been extended to become local industries of substantial importance. At least three major fabrication shops were formed which are now manufacturing grain silos, boilers, domestic water heaters, etc. both for the home market and for export. The training during the construction period of the plant has left a permanent mark on the industrial set up of the area. Quality control, Xray inspection techniques and proper programming and progressing were installed in the local shops.

(b) The construction of such a large plant gave a serious fillip to a number of ancillary industries, such as the manufacture of pumps, switchgear and in one case justified the installation of a modern gear cutting machine in a mechanical shop which now manufactures a series of standard reduction gears.

16. Repercussions on other Industry

(a) Apart from the sparking off of the ancillary or service industries connected with the construction period of the plant, the Chemical Industry has a direct and impressive effect on the development of other industries.

(b) We have dealt with the development of a mining industry and its related transport organization.

(c) The Haifa Chemical Industry first and foremost created a demand for fertilizers - 28,000 tons in 1948 250,000 tons used in 1960 - The growth is of course due to Agricultural development, new crops with more irrigation and better techniques, but all these would have been held back if it had not been for the local availability of fertilizers of all types.

---

[a] Personnel relations in a growing enterprise: A case study of an Israeli undertaking.
ILO Labour-Management Relations Series: No. 12
International Labour Office, Geneva (1962)

(d) Production of Detergents was greatly helped by the availability of local oleum and phosphate detergent builders. Simultaneously the production of detergents has released expensive edible fats from soap production.

(e) Cattle feed additives are produced which replace imported bone meal.

(f) The Paper Industry both serves the Chemical Industry by the provision of paper bags and uses the chemicals produced in its production processes.

(g) Carbonic and Dry Ice (by-products of the Ammonia plant) ease the lot of the food industries and help their transportation and export possibilities.

(h) Welding gasses including Argon have made possible local stainless steel fabrication and lamp manufacture at reasonable prices.

(i) Due to the availability of the basic materials, modern techniques skills and trained personnel, there is no hesitation now in constructing a Poly-Ethylene plant, a carbonblack plant, a PVC plant, an Alkoloid extraction plant and many more sophisticated plants which were not dreamt of previously.

(j) In addition the Chemical Industry is now beginning to proceed to its next objective, i. e. the conversion of Research ideas into chemicals for sale. Over 75% of the products of the Chemical Industry are sold to other industries and only 25% go directly to consumers - the live and expanding chemical industry is always looking for new outlets and encouraging new industries, such as paint manufacturing units, chemicals for buildings and chemicals for the food processing industries.

(k) Since 1948 the Chemical Industry in Israel has grown from an employment of 600 to an employment of 7000 (1200 in the Heavy Chemical plant described) with a turnover of $90,000,000.

17(a) The total effect of . Chemical construction project is much greater than the arithmetical sum of the components of the project. Each and every skill learned, every project completed opens up new horizons and increases the possibilities of the economy's development.

(b) I fully agree with the economists, such as Gerschenhem who says that to achieve success in a developing country, the most modern and efficient techniques must be used.

(c) It is easier to apply these techniques to a capital intensive plant, such as a heavy chemical plant. Such a project needs initiative which is frequently available as a result of newly found freedom, the project needs capital which is liable to be available from one of the international funding organization, and it needs managerial skill and technological skills - the last two factors are the most mobile commodities and can in these times be purchased without any difficulty. Granted the above conditions, the project will fulfil its targets and in its wake have considerable repercussions on the total development of the country.

Figure I

Foremen Training

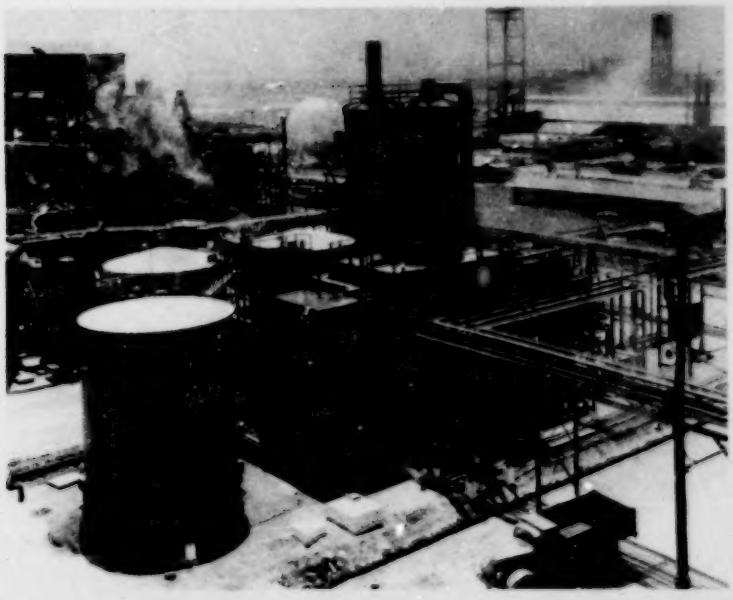

Figure II

General view of Plant

271 E - Oct. 1962 - 1,500

E/CONF.39/D/37
SUMMARY
29 Sept. 1962
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

SUMMARY

Agenda Item: D. 12. 1

Israel

THE ROLE OF HEAVY CHEMICALS IN INDUSTRIAL DEVELOPMENT

By A. GOLDBERG,
ARSM, B. Sc. (Min), AMIChe

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

Summary

D. 12.4.

THE ROLE OF HEAVY CHEMICALS IN INDUSTRIAL DEVELOPMENT

A. Goldberg, ARSM, BSc(Min) AMIChE

1. General

(a) Heavy Chemical Industry which manufactures Fertilizers, Mineral Acids and main Industrial Chemicals. A case study of the development of the Haifa complex and its effect on the development of Israel Industry in general.

2. Short History

(a) The construction of the Haifa plant was started in 1948, and as a beginning a simple den Superphosphate plant was built in addition to a small Sulphuric Acid plant. The employment in 1948 was 25 men of whom few had seen a factory. By 1958 the Haifa plant synthesized Ammonia, manufactured all the main mineral acids in large tonnages and supplied all Israel's requirements of Fertilizers in addition to cattle feed additives, detergent raw materials, industrial gasses, etc. Employment was 1000.

3. The Skills and their development

(a) Due to shortage of skilled personnel and a shortage of foreign currency, a policy decision was made that all united construction must be coupled with instruction and training and erection went hand in hand, using U.S., British and French contractors and instructors.

(b) Expert crews were trained to handle:

Rigging and Lifting
Refractory Work
Lead Burning and Plumbing
Rubber Lining
High class Certified Welding
Large scale Engineering.

(c) Training within industry was developed - future operators were taught chemistry, foremen management techniques, and superintendants budgeting and management techniques.

4. Ancillary Industries:

(a) Other industries were encouraged by large contracts.

(b) The local fabrication industry, which now manufactures boilers, tanks, towers, structural steel work, cut their teeth on the Haifa plants work.

(c) Material handling manufacturers were helped to get into business.

(d) Metallurgically controlled castings were first produced for the Chemical plants.

5. Chemicals in Industry.

(a) Agriculture was helped by having available large stocks of local fertilizers. 28,000 tons of fertilizer were used in 1948 - 250,000 tons in 1960.

(b) Many industries were developed, which could not have existed with imported chemicals, e. g. - Detergents, Cellulose, intermediates for Pharmaceuticals, industries using industrial gasses.

6. Conclusions.

(a) 14 years after the start of the plant construction, a modern complex is available - pregnant with development and able to utilize new ideas coming from academic institutions. Every chemical undertaking in Israel utilizes personnel who were trained in Haifa. Most modern plants built in Israel have personnel who first saw the industrial approach in the Haifa plant.

(b) A heavy chemical plant combines training for every branch of industrial activity, and thus acts as a source of know-how, industrial approach plus chemicals.

(c) The article will be illustrated with pictures of the development and charts indicating the type of organization.

S - 271 E - Oct. 1962 - 1,600

E/CONF.39/D/38
1 Oct.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : D.13

France

PERFECTIONNEMENT ET DEVELOPPEMENT D'UN MATERIAU DE CONSTRUCTION TRADITIONNEL : "LE GYPSE AU SAHARA"

Par E. CARBONNEL

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

PERFECTIONNEMENT ET DEVELOPPEMENT

D'UN MATERIAU DE CONSTRUCTION TRADITIONNEL :

"LE GYPSE AU SAHARA"
(Condensé)

Par E.CARBONNEL

INTRODUCTION. L'observation critique des constructions réalisées dans le passé et le présent par les diverses populations sahariennes met en évidence la place prépondérante occupée par le plâtre, liant obtenu par cuisson du gypse. Ce matériau étant extrêmement répandu au Sahara, l'Organisation Commune des Régions Sahariennes se devait de contribuer fortement au perfectionnement et au développement de son utilisation dans la construction traditionnelle.

Les quelques pages qui suivent constituent un "condensé" d'un mémoire original, qui présente, outre la matière première, les diverses études et essais réalisés sous l'impulsion de l'O.C.R.S. Nous renvoyons à ce mémoire le lecteur intéressé particulièrement par la question.

I. GENERALITES A - LE GYPSE. D'après le géologue OCHSENIUS, le gypse résulterait de l'hydratation de l'anhydrite SO.4 CA sous l'action de l'humidité de l'air au cours de l'ère secondaire. A l'état pur, il se compose donc approximativement de 4/5è de sulfate de chaux anhydre et 1/5è d'eau.

B - LE PLATRE. On sait qu'il est obtenu par simple déshydratation du gypse : en atmosphère de cuisson humide, on obtient successivement entre 100° C et 1.200° C, les différentes variétés utilisées, allant du semi-hydrate ordinaire aux anhydrites III, II et I.

La prise du plâtre consiste en une réhydratation produisant un enchevêtrement de cristaux de gypse durcissant très rapidement. Plus la proportion d'eau de gâchage a été élevée, plus la masse est poreuse et sa résistance faible. Après une légère contraction du volume, un gonflement assez important se développe (environ 1 %), enfin une légère contraction se poursuit pendant plusieurs jours.

La fabrication d'une tonne de plâtre demande trois fois moins de calories que celle d'une tonne de chaux ou de ciment (500.000 C contre respectivement 1.400.000 et 1.600.000 C.) - C'est donc un liant très estimé dans tout pays aride et sous-développé, pourvu en gypse. En outre, ses qualités d'isolations thermique et phonique en font un matériau très apprécié.

Les possibilités d'emploi du plâtre peuvent être largement augmentées par l'incorporation de divers adjuvants : (retardateurs, accélérateurs, fluidifiants, épaississeurs, durcisseurs, imperméabilisants, entraîneurs d'air, charges).

II. LE GYPSE AU SAHARA.

A - LES GISEMENTS. Les principaux gisements se localisent au Nord du Sahara. On y trouve le "gypse diluvien" (pliocène) en bordure Sud de l'Atlas Saharien, sous forme d'encroûtements. Les environs de Ghardaïa recèlent d'importants gisements de gypse crétacé. Toute la zone des riches palmeraies du Souf constitue une réserve immense de gypse, ce qui a donné un caractère particulier aux constructions des nombreuses agglomérations existantes, dont El Oued et Touggourt sont les plus développées. Plus au Sud, la bordure des plateaux du Tademaït, du Tinrhert, met en évidence l'existence d'étages gypseux dans les couches du secondaire. Egalement Djanet, oasis située en bordure Sud Est du "Tassili N'Ajjer", possède quelques gisements de gypse exploités par les artisans locaux.

B - LES EXPLOITATIONS TRADITIONNELLES. Dans toutes les zones où le gypse abonde, il était logique de constater la présence d'une industrie du plâtre, plus ou moins évoluée en fonction des facteurs locaux (qualités dominantes de la race, poussée démographique, niveau du revenu moyen, influence européenne...). Les techniques utilisées sont toutefois rudimentaires, ne différant souvent que par un "tour de main" particulier pouvant se justifier par la composition légèrement différente du matériau de base, le "Timchent", qui est un gypse hydraté particulier. Il existe en taches isolées au milieu des calcaires ou bien il constitue un amas à forme lenticulaire s'étendant en couches horizontales.

Le timchent, examiné de près, apparaît blanc, quelquefois brun. La pierre possède une structure vacuolaire due à l'érosion des eaux d'infiltration ; les cavités sont remplies de débris calcaires et de sable. Cuite, elle forme un magma pigmenté blanc et rouge qui se pulvérise facilement.

La cuisson s'opère dans des fours enterrés dans le sol. Ceux-ci possèdent à leur base une ouverture pour aérer le foyer. Des fagots de genêts épineux sont placés dans le fond, puis les pierres, épaulées latéralement sur une galerie, sont amoncelées en voûte sur 1,50 m environ de hauteur. Après combustion du bois, en général 24 heures, les pierres s'écroulent en mottes friables dans le culot du four. Il est procédé alors

au tri des produits, les pierres incuites et le charbon étant éliminés. Le timchent cuit est pulvérisé ensuite sur une aire durcie, à l'aide d'un pilon en bois armé de fer à son extrémité.

III. L'ACTION DE L'O.C.R.S.

L'O.C.R.S., de par sa vocation, se devait d'entreprendre une action énergique pour développer au Sahara une industrie utilisant une matière première si répandue dans son sous-sol. Cette action s'est exercée de différentes façons : en favorisant d'abord l'implantation d'une usine moderne de traitement du gypse ; en poussant ensuite les études théoriques des bétons de plâtre ; en réalisant des essais en vraie grandeur permettant de mettre au point certaines techniques de construction et offrant également aux yeux des utilisateurs en puissance des exemples concrets de réalisation ; enfin, en favorisant la formation d'une main d'oeuvre spécialisée dans les techniques du plâtre.

Un premier objectif visant à améliorer les qualités du produit lui-même, le problème s'est posé de rechercher un gypse d'excellente qualité et de lui appliquer un traitement moderne permettant une régularité parfaite et constante des propriétés fondamentales du produit élaboré.

La Société des Plâtrières Nord-Africaines (PLATNA) s'est donc constituée fin 1958, grâce aux participations financières de la Compagnie Française du Sahara, des Ciments Lafarge et d'un groupe de Mozabites. Après la signature d'une convention avec l'O.C.R.S., la construction de l'usine de Noumérat a été entreprise. Depuis fin 1960, l'usine marche à un rythme normal.

Le gisement exploité se situe en bordure d'un plateau (Ras Fouinis) creusé par l'Oued Noumérat. Les conditions d'exploitation sont donc très favorables. Le gisement est constitué par une superposition de 4 couches de gypse très pur, séparées par des marnes gypseuses.

Les produits livrés, qui contiennent exclusivement du plâtre semi-hydrate et du plâtre surcuit à dosages bien déterminés, sont de qualité exceptionnelle, grâce à un traitement réalisé de façon très moderne.

Parallèlement, l'O.C.R.S. a confié à la P.L.A.T.N.A. l'étude et la réalisation de prototypes d'habitations sahariennes dont le principal objet est la mise au point des techniques d'utilisation du plâtre dans la construction au Sahara. Cette Société a été également subventionnée par l'O.C.R.S. pour commencer à former une main d'oeuvre saharienne adaptée à ces techniques.

De même l'O.C.R.S., soucieuse de voir se développer à côté de la construction industrielle, un artisanat local, a passé une convention avec la Société d'Exploitation de Procédés de Préfabrication en Plâtre (S.E.P.P.) pour la mise au point de procédés de préfabrication à base de plâtre du type PLATNA.

Au Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics (C.E.B.T.P.) a été confiée la réalisation d'un programme comprenant :

- la mise au point de la fabrication du plâtre de gros-oeuvre par brûlage de matériaux gypseux au moyen de tambours sécheurs utilisés en technique routière ;

- la détermination des caractéristiques physiques, chimiques et mécaniques des produits obtenus ;

- l'étude des conditions de mise en oeuvre des produits obtenus en vue, d'une part, de la fabrication d'éléments préfabriqués du bâtiment et, d'autre part, de la construction de bâtiments banchés ;

- la mise au point, sur bâtiments expérimentaux, des planchers mixtes béton-plâtre, des étanchéités, des peintures ;

- l'étude du comportement des arcs en béton de plâtre de moyenne et grande portée ;

- l'étude des caractéristiques d'habitabilité et de confort des bâtiments expérimentaux.

IV. LES RESULTATS TECHNIQUES.

A - ESSAIS REALISES PAR LE C.E.B.T.P.

La forme condensée de la présente note ne permet de présenter que les principales conclusions qu'il a été possible de tirer des essais. Nous renvoyons donc, pour de plus amples détails, et en particulier pour l'examen des graphiques, au mémoire principal.

1 - Plâtre de Nouméral (Usine) - Pâte pure ou béton de plâtre.

- La densité, les résistances à la compression et à la traction, le module d'élasticité, chutent rapidement lorsque la teneur en eau de gâchage augmente.

- L'incorporation de "retardan P" n'a qu'une influence réduite sur les caractéristiques mécaniques du plâtre sec. A teneur en eau égale, cette incorporation, au dosage de 0,5 % du poids du plâtre, donne des mélanges beaucoup plus maniables. Elle permet donc de réduire pratiquement la teneur en eau de gâchage.

- Il est possible de réaliser des mortiers de plâtre de bonne performance avec du sable de reg. Pour des mortiers à enduire, un dosage de 330 Kg de plâtre au mètre cube de sable peut convenir. Pour des mortiers à hourder, un dosage de 600 Kg est à adopter.

- Pour des bétons, il vaut mieux utiliser comme agrégat du gypse concassé que du grès tendre. Un dosage de 350 Kg de plâtre par mètre cube de béton de gypse permet d'assurer une résistance à la compression de plus de 100 Kg/cm2 à 90 jours. Cette résistance croît linéairement en fonction du dosage en plâtre (180 Kg/cm2 pour 500 Kg). La résistance à la traction tend à plafonner à 19 Kg/cm2 pour un dosage supérieur à 500 Kg. Le gonflement est d'autant plus important et le retrait d'autant plus faible que le dosage est élevé. Pour des dosages inférieurs à 340 Kg de plâtre, le béton a une résistance supérieure lorsqu'il contient du sable. Au-delà de ce dosage il y a intérêt à supprimer le sable dans le béton.

2 - Plâtre local de Ouargla : Timchent.

Le plâtre obtenu par cuisson du Timchent est produit de façon artisanale. Il contient environ 20 % d'éléments supérieurs à 2 mm. et environ 35 % de fines inférieures à 0,1 mm.

Pour une teneur en eau de gâchage moyenne de 40 %, le temps de prise est inférieur à une minute. Avec adjonction de 0,5 % de "Retardan P" ce temps est porté à environ 3 minutes.

Mis en place à une teneur en eau de 30 % (limite pratique d'ouvrabilité correcte) et avec 0,5 % de Retardan P, le timchent offre des résistances à la compression de l'ordre de 80 Kgs/cm2 et à la traction de l'ordre de 30 Kg/cm2.

B - ESSAIS ORIGINAUX DE CUISSON DU GYPSE AU FOUR SECHEUR ROUTIER.

Le premier essai de brûlage d'un gypse pulvérulent a été réalisé entre Touggourt et Ouargla en Mai 1959, sur l'initiative de l'OCRS et du CEBTP. Le poste utilisé était un "Super-Maintenance-Plant" utilisé pour le séchage des matériaux routiers avant enrobage au bitume. Au cours de la campagne 1959-60 plusieurs centaines de tonnes de gypse ont été brûlées à Hassi-Messaoud au moyen d'un poste Utility. Le débit de ce poste a atteint 30 T/h. A partir d'Octobre 1960, les études systématiques des possibilités de brûlage ont été menées à Ouargla avec les gypses de la région, à l'aide d'un poste Neveu routier de caractéristiques plus modestes.

Le brûlage du gypse au moyen du poste conduit à l'obtention non seulement de simi-anhydrite, mais également de plâtre hydraulique (anhydrite soluble) et sulfates anhydres.

Les résistances à la compression et à la traction sont très sensibles à la variation de débit du poste. Sans retardateur de prise, le plâtre produit au sécheur prend trop rapidement. Il suffit d'une très faible quantité "retardan P" pour obtenir un ralentissement considérable du début de prise.

Suivant la règle générale, les résistances à la compression et à la traction sont très sensibles à la quantité d'eau de gâchage.

Le rapport Rc/Rt passe, quelle que soit la teneur en eau de gâchage, par un maximum pour un âge un peu supérieur à 7 jours. Il est à noter que quel que soit l'âge, ce rapport est beaucoup plus petit dans le cas du plâtre que dans le cas de mortiers ou bétons de ciment.

Il est possible d'améliorer le plâtre obtenu au four sécheur par l'addition de produits lui donnant des qualités spéciales. Les bétons obtenus à partir du plâtre de four sécheur peuvent atteindre, au bout de 90 jours, une résitance à la compression supérieure à 100 Kg/cm2.

En résumé, les essais menés prouvent que la production de plâtre au four sécheur est un procédé techniquement valable. Il est bon de remarquer toutefois qu'à égalité de résistance à la compression, le plâtre produit d'une manière artisanale est vendu à moitié prix (24 NF au lieu de 48 NF). La vulgarisation du procédé ne pourra donc intervenir qu'à la faveur d'une demande accrue, dépassant les possibilités de production des artisans locaux.

C. REALISATIONS EXPERIMENTALES.

Divers bâtiments ont été réalisés tant à Nouméra, à proximité de l'usine PLATNA, qu'à Ouargla. Nous renvoyons le lecteur au mémoire principal pour les détails d'exécution. Nous ne citerons ici que les premiers enseignements qu'il a été possible de tirer :

- Il n'est pas conseillé de faire des fondations en béton de plâtre lorsque l'on peut craindre des remontées capillaires dans le sol. Les systèmes de protection des fondations, feuille de polyane, ou enduits au flinkote ne sont pas d'une utilisation pratique.

- Les murs en béton de plâtre banché demandent des coffrages presque aussi résistants que pour le béton de ciment. La prise assez rapide du plâtre impose une organisation poussée et relativement mécanisée du chantier.

- Le retrait du plâtre est un obstacle certain au coulage de pièces longues même lorsqu'elles doivent travailler en compression comme des piliers. De même, le fluage constitue un autre obstacle s'opposant à la confection de linteaux au-dessus des ouvertures.

- Pour les raisons exposées ci-dessus l'utilisation de poutrelles en plâtre armé est également à déconseiller. Par contre, les voutins en plâtre semblent donner de bons résultats.

- La dalle coulée sur hérisson doit nécessairement comporter un revêtement car elle est insuffisamment résistante à l'usure. (revêtement plastique ou carreaux de ciment).

- Il est difficile, pour les appartements soignés, d'éviter l'exécution d'enduits sur les murs intérieurs et cloisons. Toutefois, il serait

probablement possible de mettre au point, pour de grands chantiers, des surfaceuses à meules se déplaçant sur glissières verticales, éliminant les aspérités actuellement inévitables.

Le bas des cloisons et murs intérieurs doit être protégé par des plinthes pour éviter les désordres occasionnés tant par les chocs des instruments de nettoyage, que pour l'imbibition due au lavage.

Les diverses parois contiguës aux points d'eau (évier, douche, W.C...) devront être réalisées de préférence en matériaux insensibles à l'eau (murettes en parpaings de ponce hourdés au mortier de ciment, revêtement de faïences ...).

V. DES PRIX DE REVIENT.

Les études de prix faites permettent quelques constatations :

- Lorsque la distance d'emploi des liants fabriqués en usine est élevée, les qualités du ciment le font préférer au plâtre, car le rapport de leur prix tend vers 1.

- Seul le plâtre fabriqué localement au four sécheur est d'un prix de revient assez bas pour trouver un débouché normal dans la construction traditionnelle.

- Les éléments préfabriqués en béton de plâtre doivent être produits localement soit avec le gypse brûlé, soit lorsque des qualités supérieures sont nécessaires, avec le plâtre amené de Nouméra t.

- Les éléments préfabriqués en pâte pure de plâtre doivent être produits localement avec le gypse brûlé ou, lorsque des qualités supérieures sont nécessaires, être pris directement de l'usine de Nouméra t. Les procédés de fabrication y sont, en effet, d'un rendement supérieur et le prix de vente fait souvent l'objet d'un effort particulier de l'industriel pour écouler ainsi une partie de sa production de liant. D'autre part, le prix de la main d'oeuvre est moins élevé à Nouméra t que dans les centres où celle-ci doit être amenée à grands frais.

Pour ces derniers produits, le ciment devient compétitif dès que la distance du lieu d'emploi à l'usine à plâtre est importante.

CONCLUSION.

Comme nous l'avons déjà souligné, l'utilisation du plâtre dans la construction a connu des fortunes diverses. Certains ont pu prétendre que la désaffection qui fut constatée à diverses époques était due à la perte progressive des "tours de mains" des générations successives de plâtriers. Nous pensons plutôt que ce détachement d'un matériau pourtant digne d'intérêt est dû au développement incessant de l'industrie des liants hydrauliques.

Il ne faut pas nier que le plâtre présente certaines difficultés de mise en oeuvre dues en particulier à la rapidité de sa prise, entraînant de multiples gâchées et des pertes non négligeables. Sa grande sensibilité à l'eau l'écarte de certains emplois où les chaux et ciments ont fait merveille, favorisés par les grandes variétés, mises au point par l'industrie pour satisfaire la corporation des constructeurs.

S'il est une région où pourtant, les qualités du plâtre peuvent retrouver leur pleine valeur, c'est bien le SAHARA. En effet, son pouvoir d'isolation thermique, dans un pays chaud et sec, ne peut qu'être hautement apprécié des utilisateurs. De plus, les gisements de gypse étant nombreux, c'est une véritable industrie nationale qui peut s'y développer

Par contre, les distances à parcourir pour aller d'un lieu de peuplement à un autre sont, plus que partout ailleurs, importantes. De ce fait même, les véritables routes, confortables, sont peu nombreuses et la piste, plus ou moins carrossable, est souvent le seul lien existant entre les zones peuplées.

Ces constatations mettent, tout naturellement, en relief la véritable valeur de procédés semi-industriels de production du plâtre local. L'usine a, en effet, besoin pour vivre d'un débouché relativement important de l'ordre de 20.000 T/an. Cette production ne peut être absorbée dans un faible rayon et le problème des transports se pose immédiatement avec toute son acuité. A l'autre extrémité de l'échelle de la production se trouve l'artisan local, avec ses méthodes ancestrales, très peu productives et donnant en définitive, un matériau de qualité fort variable.

Le procédé semi-industriel, en l'occurence, le four sécheur routier, doit donc se faire une place très importante dans l'éventail des productions. Mais là se pose alors le problème de la mise au point d'un matériel plus adapté à sa mission et aussi celui de la formation professionnelle, pépinière future où pourront naître quelques vocations d'artisans industriels aptes à exploiter un tel matériel.

Ceci nous amène à parler de l'important problème de la formation professionnelle. Il est évident que plus un matériau est difficile à travailler, plus il est nécessaire que le niveau professionnel de la main d'oeuvre soit élevé. La masse des ouvriers employés actuellement sur les chantiers de construction ne connaît les règles d'utilisation du plâtre que, pourrions-nous dire, par hérédité. Cette main d'oeuvre a des "tours de main" qui ne sont plus de mise avec la qualité du plâtre industriel et les divers adjuvants utilisés sur les chantiers modernes. Il est donc indispensable de former cette main d'oeuvre, de la perfectionner en lui faisant découvrir progressivement et logiquement les possibilités d'emplois divers d'un matériau qu'elle croit bien connaître parce que très répandu localement. Cette formation ne peut être possible qu'à la faveur de cours professés dans des centres adaptés ; c'est dans cette perspective que l'O.C.R.S. a dressé un projet de construction d'un centre spécialisé à Nouméat, dont le F.E.D.O.M. doit assurer le financement initial.

Dans le domaine des techniques, un effort d'imagination est encore nécessaire, tant pour diversifier les éléments préfabriqués mis à la disposition des constructeurs, que pour résoudre quelques difficultés d'emploi, le plâtre ne pouvant être le matériau universel susceptible de se substituer aux autres liants dans les utilisations particulières.

Nous pensons que les essais entrepris par le C.E.B.T.P., sous l'impulsion de l'O.C.R.S., ont déjà permis de circonscrire correctement les domaines d'utilisation du plâtre dans la construction. Des recherches complémentaires sont toutefois encore indispensables de la part des techniciens et des industriels, ne serait-ce que pour améliorer la tenue de ce matériau à l'imbibition, mettre sur le marché de nouvelles qualités de plâtre, enfin trouver des méthodes de mise en oeuvre et d'utilisation qui concourront toutes au perfectionnement et au développement de ce matériau saharien par excellence qu'est le plâtre.

E. CARBONNEL.

337 F - Oct.1962 - 1,000

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

E/CONF.39/D/38
SUMMARY
3 Dec.1962
ENGLISH
ORIGINAL : FRENCH

SUMMARY

Agenda Item: D.13

France

IMPROVEMENT AND DEVELOPMENT OF A TRADITIONAL BUILDING MATERIAL : "SAHARA GYPSUM"

By E. CARBONNEL

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

No. 337 D.13

IMPROVEMENT AND DEVELOPMENT OF A TRADITIONAL BUILDING MATERIAL: "SAHARA GYPSUM".

By
E. CARBONNEL

SUMMARY

In the Sahara, a local material, namely Gypsum, is widely used for building purposes.

It has exceptional properties as regards thermal insulation which is a boon in a hot, dry climate, and the Organisation Commune des Regions Sahariennes (O.C.R.S.) felt obliged to contribute considerably to its improvement and extended use in traditional buildings.

Many local craftsmen are skilled in working the "Timchent" or gypsum hydrate. It is found in isolated patches in limestone or else in lenticular lodes spreading horizontally in beds, probably caused by more or less extensive deposits of "chotts" that were formed originally in dips (salt lakes).

Calcining is carried out in kilns buried in the ground. Stones and coal residue are removed afterwards.

The burnt "Timchent" is then pulverised on a hard surface. Of the resulting powder about 20% consists of particles over 2mm and approximately 35% under 0.1 mm. Setting time is extremely short, less than a minute, and requires dexterity on the part of the user.

With a view to qualitative improvement and increased production of a material less coarse than "Timchent", the O.C.R.S. took the following action:

(a) Construction of a modern factory to process gypsum.

An agreement was signed in 1958 between the O.C.R.S. and a financial group (P.L.A.T.N.A.), and a factory was built at NOUMERAT, 20 km south of GHARDAIA.

Owing to the exceptionally high degree of purity of local gypsum deposits, a product of excellent quality can be obtained there.

Production capacity is 20,000 metric tons per year.

(b) Furthering investigations, both theoretical and practical, in order to learn more of the possibilities of available gypsum deposits and to devise methods for the prefabrication of standard units.

To this end agreements were signed with P.L.A.T.N.A., the S.E.P.P. (Société d'étude de procédés de préfabrication), the C.E.B.T.P. (Centre d'études du Bâtiment et des Travaux Publics).

(c) Erection of experimental buildings both in order to test modern methods of construction and for demonstration to future housing applicants (by agreement with P.L.A.T.N.A. and C.E.B.T.P.).

(d) Helping to train workers in the specialised technique of plaster work.

To this end a decision was taken to set up a center for the training of adult workers on a site very close to the plaster factory at NOUMERAT.

The results of this action are examined briefly in the official communication and in greater technical detail in an original memorandum to which the reader may refer.

We must, however, report here the encouraging results obtained in a way that had not been explored previously, viz. by calcining gypsum in road builders' drying kilns.

The first attempt at burning powdered gypsum was carried out between TOUGGOURT and OUARGLA in May 1959 at the initiative of the O.C.R.S. and the C.E.B.T.P. The kiln used was a "Super maintenance plant" normally employed in drying road aggregate prior to coating with asphalt. In the following year several 100 tons of gypsum were burnt at Hassi-Messaoud in a "Utility" kiln with an output of 30 t/day. Since October 1960, a systematic study has been carried out at OUARGLA concerning the possibilities of burning gypsum found locally in a NEVEU road kiln of rather lower output and therefore cheaper in price.

The aim is to develop an interest in "industrial craftsmenship" amongst the local population, because there is no doubt that the considerable distances separating built-up areas in the Sahara form an almost unsurmountable obstacle to the marketing of finished articles made in modern factories; as they are expensive to build, they can be profitable only if they are producing goods of some importance, which obviously limits their number. As, on the other hand, the average income of an inhabitant of the Sahara is still rather low, to bring about any real improvement in present building methods the local builder must be supplied with products of good quality at an acceptable price, which is only possible by burning locally mined gypsum.

Efforts should continue in this direction and the marketing of a product particularly well adapted for its purpose, is to be welcomed.

At the same time an imaginative effort is required, both in order to diversify the prefabricated units put at the disposal of builders, as well as to resolve some difficulties in using them; gypsum cannot be a universal substitute for other plaster materials in certain specific applications.

S - 337 E - Dec.1962 - 1,600

E/CONF.39/D/39
1 Oct.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : C.13

France

LE VERRE MULTICELLULAIRE COMME ELEMENT DE CONSTRUCTION DANS LES REGIONS DESERTIQUES

Par I. PEYCHES,
Directeur des Services de Recherches
de la Compagnie de Saint-Gobain

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

LE VERRE MULTICELLULAIRE

COMME ELEMENT DE CONSTRUCTION DANS LES REGIONS DESERTIQUES

par I. PEYCHES,
directeur des Services de Recherches
de la Compagnie de Saint-Gobain

Le verre multicellulaire, improprement appelé aussi "mousse de verre" est un matériau comportant une multitude d'alvéoles, dont les cloisons très fines sont constituées par du verre pur.

Les constituants normaux du verre étant des minéraux très abondamment répartis dans la nature et particulièrement dans les régions stériles , notamment la silice (sable) et le calcaire, il semblait indiqué de s'adresser à un matériau vitreux pour constituer des éléments de construction partout où manquent les matériaux alumineux ou le bois de construction, pour fabriquer des briques.

L'idée est pénalisée dès l'abord par le fait que l'élaboration du verre est une opération de haute qualification technique, exigeant, en particulier, une haute température, alors que le séchage ou même une semi-cuisson des briques d'argile suffisent pour réaliser des constructions d'une pérennité relative.

La solution ne pouvait être trouvée qu'en demandant au verre des qualités supplémentaires que ne fournissent pas nécessairement les matériaux traditionnels, pour en faire un élément de confort venant se surajouter aux conditions de l'habitat traditionnel dans les régions de faible ou de moyen développement.

Justement le verre sous sa forme "multicellulaire" peut apporter une solution alliant la légereté, la solidité, au confort thermique recherché.

Le verre multicellulaire, créé quelques années avant la dernière guerre mondiale par la Compagnie française SAINT-GOBAIN qui en a cédé licence à diverses Sociétés étrangères, a connu un gros développement pendant cette guerre, particulièrement du côté des alliés qui ont utilisé essentiellement sa propriété d'imperméabilité pour constituer des flotteurs de radeau.

Aux Etats-Unis, au Japon, les développements de ce produit ont connu après guerre, dans la construction, des emplois utilisant les propriétés de faible conductibilité thermique, d'imperméabilité, d'incombustibilité, d'imputrescibilité et d'inactivité chimique qui le caractérisent. Mais le verre multicellulaire est plus couramment employé en remplissage de structures de construction et associé par exemple au béton armé. Au cours des dix dernières années la Compagnie de Saint-Gobain a effectué des essais à l'échelle semi-industrielle en vue de créer un matériau qui pourrait se suffire à lui-même, c'est-à-dire qui joindrait, dans un élément unique de construction, un aspect extérieur et intérieur agréable à l'oeil, sans revêtement ou parement surajouté, en même temps qu'une dureté suffisante des surfaces pour que l'abrasion éolienne ou les chocs normaux ne les attaquent pas, une résistance interne à l'écrasement élevée pour que ces éléments puissent constituer par eux-mêmes des structures portantes, à la manière des briques ou des parpaings de ciment habituels, et apportant en même temps ses autres qualités propres, telles que l'isolation thermique.

Il est apparu très vite que les propriétés isolantes ne suffisaient pas à assurer le confort des habitations soumises à des écarts importants de température se succèdant à moyenne période, comme c'est le cas pour les successions diurne - nocturne des régions tropicales. Outre l'isolement, il fallait que les constructions de ce type présentent une certaine inertie liée à une "lourdeur thermique". Cette propriété ne peut être obtenue que par la capacité calorifique et la masse du matériau. Cette dernière semble en opposition avec les critères de légèreté et de faible conductibilité thermique retenus. Il fallait donc rechercher un compromis, et une analyse plus profonde des phénomènes en présence était nécessaire.

Dans le verre multicellulaire la plus grande partie des pores ne communiquent pas entre eux et constituent donc autant de petits récipients qui sont remplis d'un gaz sous pression réduite, gaz provenant de la décomposition de l'agent moussant utilisé au moment de la fabrication.

L'expansion se produit à haute température, laquelle peut dépasser 800°C, le verre étant très mou à ce moment, et le gonflement étant lent, on peut admettre que la surpression dans les cellules qui se forment est faible par rapport à la pression ambiante. Par contre le retour à la température, dite de recuisson, à laquelle le verre est définitivement solidifié, est rapide, de sorte que le tassement est négligeable. Ainsi au retour à la température ambiante un vide relatif pouvant correspondre au quart de la pression atmosphèrique, règne dans les alvéoles, ce qui contribue à l'efficacité isolante de ce matériau. Aucun autre produit mousse, à basse température (ciment poreux, plastiques mousses) ne peut évidemment présenter cet avantage.

De leur côté les produits fibreux ne présentent pas l'avantage d'avoir chaque cellule aérienne sans communication avec les voisines. La conductibilité thermique se fait donc pratiquement uniquement par les ponts que constituent les cloisons. La résistance mécanique, elle, est régie par l'épaisseur des cloisons, par leur nombre par unité de volume, leur forme et leur distribution.

Sans développer le calcul reliant ces différentes données, nous fournirons tout de suite les courbes expérimentales.

L'un des avantages du verre multicellulaire est de se prêter, suivant les conditions de fabrication, à la réalisation d'une gamme de produits dont la densité peut par exemple aller d'un minimum de 0,1 g./ cm3 pour laquelle la tenue du matériau est encore suffisante, jusqu'à la densité du verre massif, qui est de 2,5.

La courbe fig. 1, montre la variation de la résistance à l'écrasement lorsque la densité varie de 0,1 à 0,5 ; les mesures macroscopiques ont été effectuées sur des demi briques réelles de dimensions standards. Comparée à d'autres matériaux, on notera que cette résistance est remarquablement élevée. A titre d'illustration, la brique de densité 0,5, ayant une résistance à l'écrasement de 75 kg./cm2 peut théoriquement supporter un mur constitué au-dessus d'elle avec des briques similaires qui aurait 1.500 mètres de hauteur. Cette remarquable résistance est dûe, outre le fait de l'extrême résistance du verre à la compression, au mode particulier de fabrication qui assure une soudure complète et intime de tous les grains de verre entre eux et donc une continuité de l'architecture des cellules qui n'existe pas dans la plupart des matériaux poreux de structure hétérogène.

Pour la densité la plus faible, soit 0,10, la matière vitreuse ne représente que 4 % du volume. La porosité est de 96 %. Elle s'abaisse à 90 % pour la densité 0,25 et atteint encore, pour la densité 0,5, 80 %. La proportion des pores ouverts, qui atteint 5 % pour les densités les plus faibles, est négligeable (moins de 1 %) pour les produits de densité 0,5. L'imperméabilité est donc pratiquement totale. Soumis à l'immersion prolongée, la quantité d'eau retenue en surface, par capillarité, est inférieure à 1 g. par dcm2. Il n'y a pas pénétration.

La courbe fig.2, donne la variation de conductibilité thermique en fonction de la densité. Comme pour la plupart des matériaux, le coefficient de conductibilité calorifique croit avec la température, mais cette variation, utile à connaître pour le calorifugeage de conduites chaudes, n'est pas à retenir ici. On notera par contre que la variation avec la densité est beaucoup moins rapide que celle de la résistance à l'écrasement. Cette propriété est mise en évidence par la courbe fig. 3, dans laquelle on compare les deux grandeurs résistance - conductibilité. On y note que le coefficient de conductibilité λ n'est encore que de 0,07 pour des produits s'écrasant à 30 kg./cm2 et de 0,10, pour des produits s'écrasant à 80 kg./cm2.

Le verre multicellulaire permet donc de réaliser des matériaux isolants de hautes performances mécaniques, et celles-ci seront toujours superfétatoires si nous introduisons en outre la notion de "lourdeur thermique". Il est apparu contre indiqué, en effet, de rechercher des produits très légers, et une densité de l'ordre de 0,5 a paru le mieux concilier une bonne isolation, une inertie appréciable pour un cycle thermique de 24 heures et naturellement une excellente résistance mécanique.

Un tel verre multicellulaire a un coefficient de dilatation identique à celui du verre massif dont il est issu, soit 85 à 90 x 10^{-7}. Des considérations techniques de fabrication indiquent pourtant l'intérêt d'un verre à faible coefficient de dilatation, voisin de 0,35 à 0,40 . 10^{-7}, qui autorise des recuissons plus sommaires.

La chaleur spécifique est comprise entre 0,11 et 0,13.

Le mode même de fabrication, pour de telles densités, permet d'obtenir en surface une compression du matériau telle que les alvéoles ne se forment pas, de sorte qu'une croûte superficielle, très dure, enveloppe la partie cellulaire de la pièce.

L'élément moussant le plus communément utilisé dans la fabrication industrielle du verre multicellulaire pour les usages d'isolation, est le carbone sous différentes formes. L'aspect noirâtre du produit obtenu est à rejeter, non seulement pour son aspect peu agréable, mais à cause de la forte absorption du rayonnement solaire, et la forte réémission qui en résulte. Nous avons donc développé des procédés de moussage au calcaire qui conduisent à des surfaces dures et lisses d'une couleur gris clair, qui peuvent d'ailleurs être colorées de diverses manières en utilisant pour les faces vues des verres eux-mêmes teintés dans la masse par les procédés habituels des verriers. La permanence de la teinte est alors assurée.

La fabrication se fait par moulage individuel des éléments de construction. Les procédés classiques dans ces fabrications de verre multicellulaire, et qui conduisent à découper les formes requises dans une masse pouvant être produite en continu, outre qu'ils ne se prêtent pas à une exploitation autre que fortement centralisée, ne sont pas applicables ici, car l'élément fabriqué doit comporter ses peaux obtenues par l'écrasement de la masse moussante contre les parois d'un moule de forme.

Le verre, qui constitue la matière première du produit, sera obtenu dans des fours à haut rendement, car on ne lui demande aucune des qualités habituellement requises du verre : homogénéité, absence d'infondus, de bulles, etc ...
De même, à cette étape, il n'exige aucune recuisson. Après broyage à fine granulométrie (moyenne 30 à 40 microns), il est mélangé avec l'agent moussant, puis les moules chargés sont introduits dans le four de moussage où la température s'élève progressivement de 600 à 810°. La durée de l'opération, qui

se fait dans un four continu, est de l'ordre de l'heure. Le défournement à 600° s'accompagne d'une recuisson, comme pour tout produit verrier. L'autorecuisson de ce produit extrêmement isolant pourrait suffire si l'on opérait sur de grandes masses pour lesquelles le rapport volume - surface est très grand, mais la nécessité de charger progressivement les arches de recuisson, amène à contrôler, par apport direct de chaleur, la température de l'enceinte. Pour un verre à fort coefficient de dilatation, le retour à la température ambiante s'effectue en 12 à 18 heures. Ce temps serait notablement raccourci pour des verres à faible coefficient de dilatation.

Les briques obtenues ont des formes géométriques à tolérances serrées. Leur empilement n'entraîne pas l'intervention de lits de jointoyage épais. L'adhérence des liants habituels est telle qu'un panneau formé de l'assemblage de briques peut être suspendu sans dislocation. Les photographies des figures 4 et 5 représentent respectivement cette dernière propriété et une construction expérimentale réalisée avec ce matériau. Les briques ont ici une épaisseur de 10 cm. et sont équivalentes, au point de vue isolation, à un mur de maçonnerie ordinaire de 40 cm. d'épaisseur.

Ces travaux, entrepris à l'occasion d'études préliminaires d'implantations pétrolières en Arabie Séoudite, ouvrent une voie qui est très loin d'avoir été entièrement explorée, tant du point de vue technique qu'économique. Ils apportent une possibilité de solution au problème de l'habitat confortable dans les pays de climat désertique amenés à utiliser au maximum les matières premières locales.

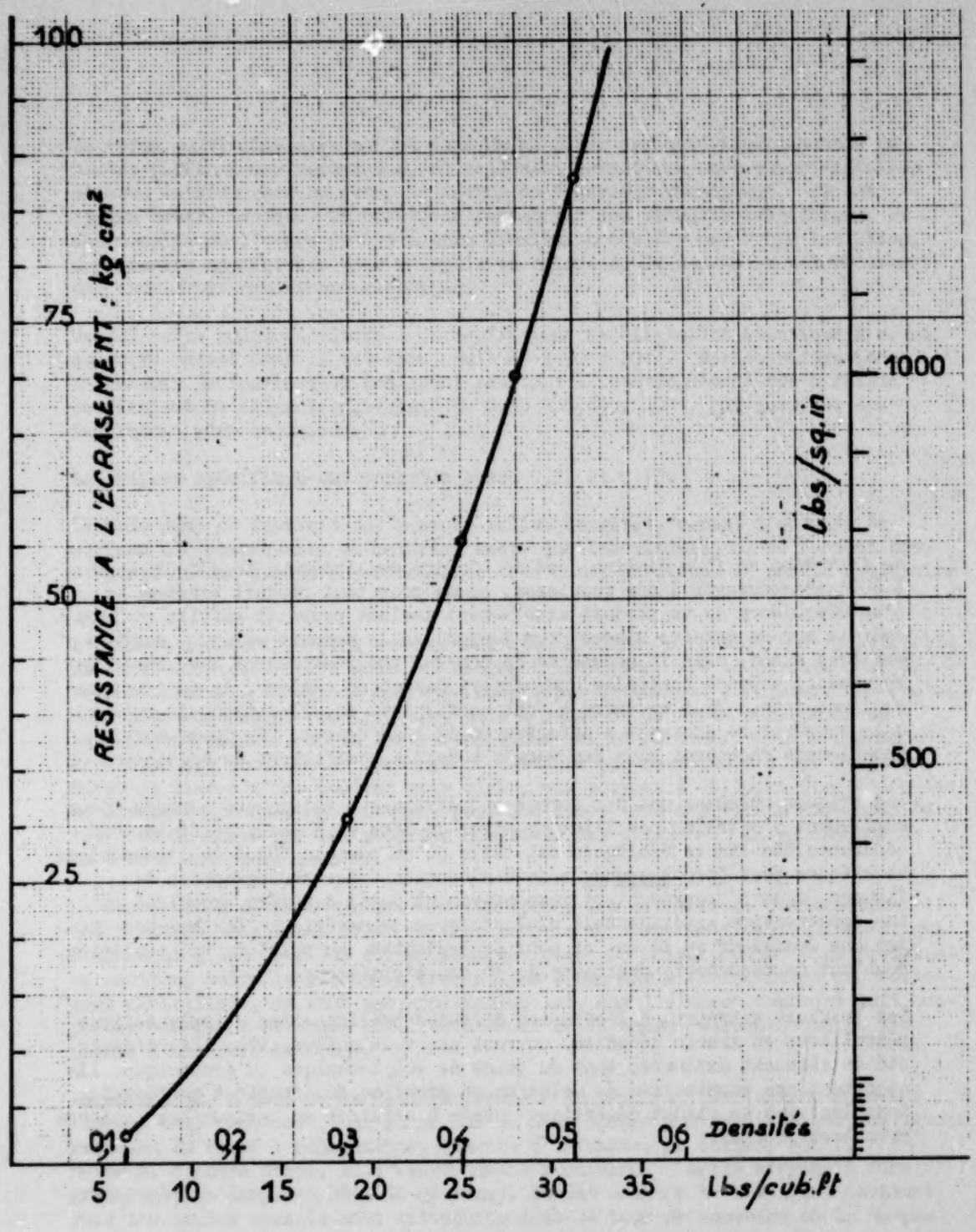

Fig. 1 - Résistance à l'écrasement du verre multicellulaire

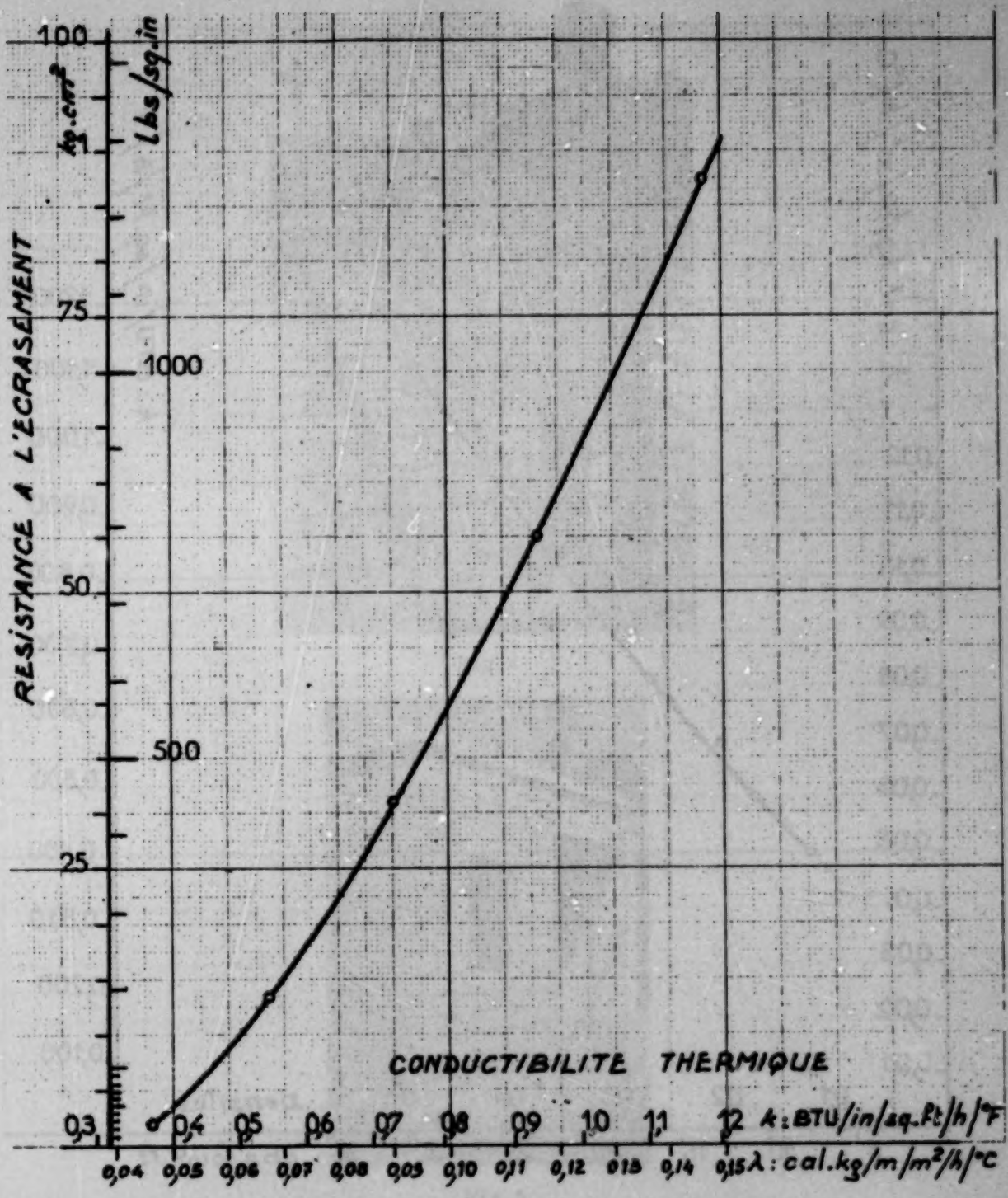

Fig. 2 - Conductibilité thermique du verre multicellulaire

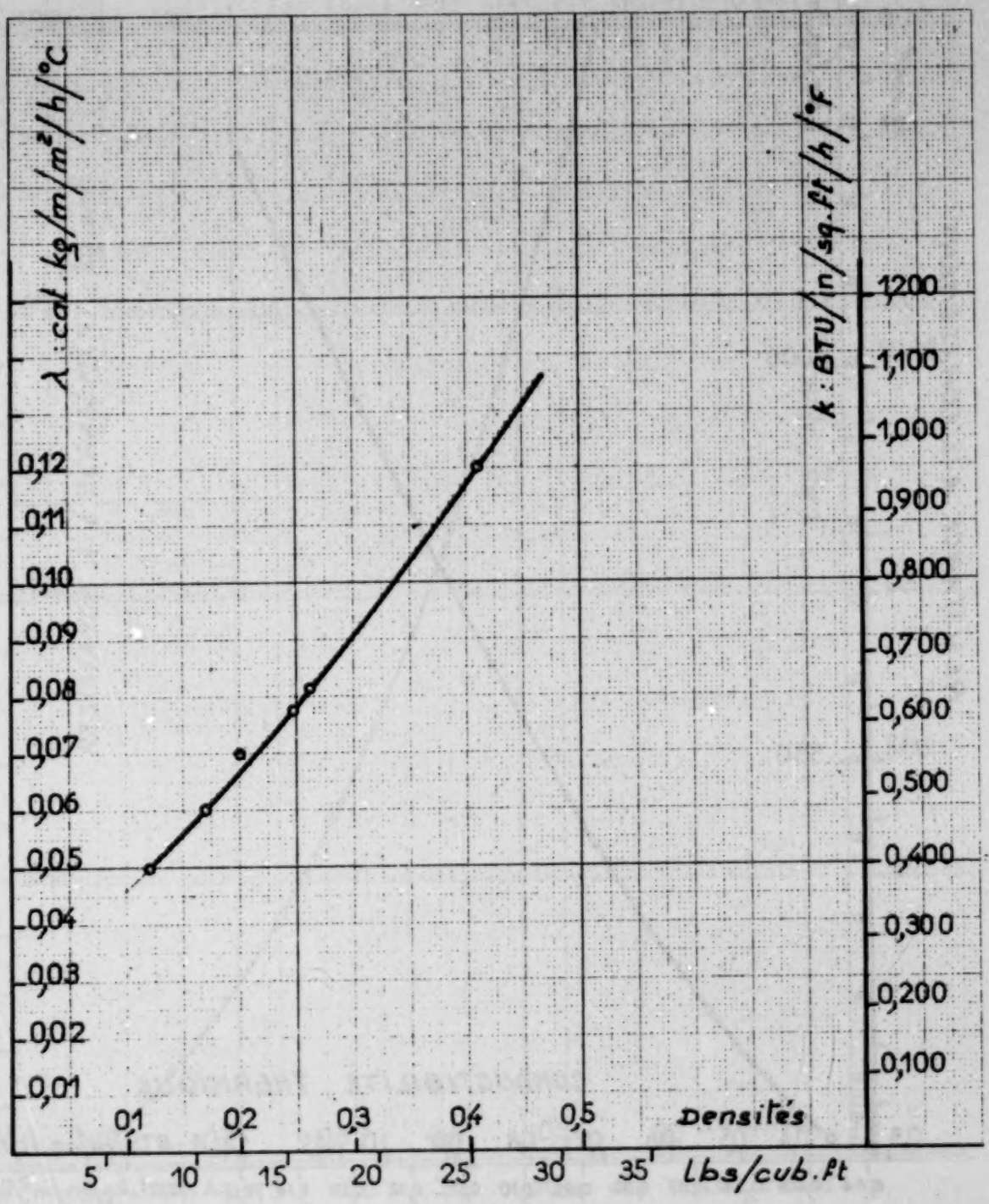

Fig. 3 - Verre Multicellulaire

Résistance à l'écrasement (kg-cm2) en fonction de la conductibilité thermique (Cal. kg/m/m2/h/°C)

Fig. 4

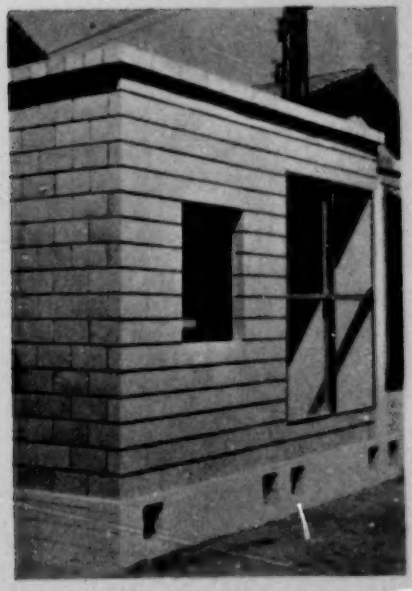

Fig. 5

257 F - Oct.1962 - 1,000

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as subr..itted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

MULTICELLULAR GLASS AS A STRUCTURAL ELEMENT IN DESERT REGIONS

By
I. PEYCHES, DIRECTOR, RESEARCH DEPARTMENT,
COMPAGNIE DE SAINT-GOBAIN

SUMMARY

Multicellular glass is alveolate and has closed pores, being made by partial fusion of glass powder to which has been added a frothing agent such as carbon or certain carbonates. The very wide range of expanded glass products obtained by this technique can have a specific gravity from 0.1 right up to solid glass at 2.5. Until now only the low densities have been sought for, and the products have been used in architecture as an inelastic insulator, for example for flat roofs covered with a concrete screed.

Recent work in the Research Department of the Compagnie de Saint-Gobain has reversed this tendency, using multicellular glass as a self-carrying material which can have high crushing strength, good insulation, a shape which allows it to be built into masonry, and a surface finish which can resist the weather without paint.

Vitreous products of this type have the advantage that for their manufacture they use simple materials, sand and limestone, which are abundant in Nature, particularly in desert regions. In the present state of knowledge, sea salt cannot directly provide the alkaline oxides needed, but sodium carbonate which is still used, represents only a small fraction which needs to be transported. The fuel oils needed for heating the furnaces (even if not locally obtained) are easily transported.

The economic unit of production is 10 to 20 tons a day, which is a considerable quantity of multicellular glass.

The glass does not need to be as homogeneous and as pure as that for glassmakers, and can therefore be cheaply made with small, high-output furnaces.

Experimental investigation into different multicellular glasses shows that much more is gained in mechanical strength than is lost in thermal insulation.

One element of domestic comfort, as important as the insulation value of walls, is their thermal inertia.

All these considerations have led to the choice of a specific weight of 0.45. At this density, porosity is more than 80%, and all the pores are closed, so that it is completely impervious.

The thermal conductivity is 0.16 calorie/kg/m/m^2/hour/°C. This is equivalent with a thickness of 10 cm to an ordinary masonry wall 40 - 50 cm thick. The crushing strength is 75 kg/cm^2. The pores do not appear on the surface because manufacture in a closed mould forms a hard surface crust which resists wind abrasion and moderate mechanical shock. This facing can be coloured in various ways.

The product can replace the conventional concrete building block, to build light-weight structures which are comfortable and easy to build.

S - 257 E - Nov.1962 - 1,600

NOTAS

1. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Generales serán distribuidas en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

2. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Especiales serán distribuidas en la Conferencia únicamente en uno de los idiomas oficiales antes indicados.

3. Los resúmenes de las monografías presentadas por los colaboradores serán distribuidos en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

4. No se procederá a la distribución general de las monografías y resúmenes con antelación a la Conferencia. Unicamente serán publicadas en cantidades limitadas con antelación a la Conferencia para uso exclusivo de las delegaciones de los gobiernos participantes y de otros participantes autorizados. La publicación con posterioridad a la Conferencia y la distribución general de las actas y debates de la Conferencia seguirán las prácticas de las Naciones Unidas establecidds por ia Junta de Publicacione: de las Naciones Unidas.

LA FUNCION DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS PESADOS EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL

Químico Industrial Heber A. Freiría
Ayudante de Investigación del
Instituto de Tecnología y Química de la
Facultad de Ingeniería y Agrimensura
Herrera y Reissig 565 - Montevideo
Uruguay

1. Generalidades

Dentro de la literatura especializada sobre las industrias químicas, se aplica la denominación de "productos químicos pesados"a aquellos productos que elaborados en gran escala y generalmente a costo reducido, constituyen materias primas o productos auxiliares utilizados en la gran mayoría de las otras industrias de procesamiento.- Su producción significa la erección de industrias consideradas básicas dentro del planeamiento industrial de una nación.- Se origina así un grupo de productos químicos intermedios indispensables para el otro gran sector de industrias derivadas que producen los artículos de consumo directo.- En términos generales los dos grandes grupos pueden esquematizarse así:

A) Grupo de productos intermedios.	B) Grupo de productos finales o de consumo.-
Acidos, Alcalis, Cloro, Sales y otros.- Fertilizantes.- Compuestos petroquímicos y otros productos orgánicos.-	Textiles artificiales.- Jabones y Detergentes.- Pinturas y otros ramos de construcción.- Insecticidas, Plásticos, etc.-

La evolución económica de un país está estrechamente vinculada al desarrollo industrial.- En el total de la producción, ya sea considerado su valor económico o el total de las inversiones, la industria química representa un importante porcentaje, generalmente superior al 50% para los países medianamente industrializados.-

A medida que la industria química o de procesamiento en general, se desarrolla, va variando la relación entre los índices de los dos grandes grupos: crece invariablemente la relación A/B.- Esta expansión va siempre acompañada por el aumento de la producción de los productos químicos pesados, o sea de las industrias básicas.-

Se hace evidente en consecuencia que el desarrollo industrial y económico de una comunidad se halla estrechamente relacionado con la elaboración de estos productos.-

En el caso particular de los países poco industrializados y de economía basada en la explotación agropecuaria, cabe señalar como índice la producción de Acido Sulfúrico.- El déficit general de Fósforo en los suelos y la necesidad de intensificar la producción agrícola y pecuaria, o sea cultivos y praderas, lleva al aumento de la producción de Acido Sulfúrico base para el suministro de un volumen mayor de fertilizantes fosfatados solubles del tipo superfosfatos y mezclas compuestas.-

Paralelamente, la tendencia moderna a la producción y aplicación de fertilizantes complejos concentrados, tipo nitrofosfatos, impulsa el desarrollo de otra importante industria de productos químicos pesados: Amoníaco sintético, Acido Nítrico y Sales nitrogenadas.-

2. Las industrias de productos químicos pesados

Por el volumen e importancia dentro de la industria química, se ubican en primer término las del Acido Sulfúrico, el Cloro y los Alcalis, incluyendo sus principales subproductos y derivados.-

En segundo plano se encuentran las producciones de: Compuestos del Nitrógeno, las Sales Naturales incluyendo los Fertilizantes minerales y orgánicos, y los productos de la industria electrotérmica.-

Para dar una idea comparativa del volumen de producción de las más importantes de estas industrias, citaremos las cifras de Estados Unidos (año 1950), es decir de un país altamente industrializado (totales aproximados en millones de toneladas métricas).-

" CUADRO 1 "

Acido Sulfúrico (H_2SO_4) (100%, monohidrato)	12,0
Cenizas de Soda (Na_2CO_3)(98-100%)	4,5
Cloro	2,0
Soda Cáustica (NaOH 100 %).	2,9
Amoníaco Sintético (NH_3) (anhidro) y Sales.	2,3
Acido Nítrico(HNO_3) (100%)	1,3
Acido Clorhídrico(HCl) (100%)	0,5
Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) (100 %)	0,9

El consumo de estos productos químicos pesados como materias primas para otras industrias se discrimina como sigue:

" CUADRO 2 "

	H_2SO_4	Na_2CO_3	NaOH	Cloro	HCl	NH_3	HNO_3	Na_2SO_4
Productos Químicos Inorganic.	1,3	2,1	0,2	0,1	0,1	0,8	0,8	0,07
Productos Químicos Orgánicos	1,7	0,05	0,6	1,0	0,3	0,1	0,4	-
Celulosa, Papel, Textiles, etc.	-	0,3	0,18	0,3	-	-	-	0,7
Jabones y Detergentes	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-
Vidrio	-	1,6	-	-	-	-	-	0,1
Fertilizantes	3,7	-	-	-	-	0,9	-	-
Industrias de Petroleo	1,3	-	0,15	-	-	-	-	-
Industrias varias	4,0	0,2	1,6	0,6	0,1	0,5	0,1	0,03

Aparte del crecimiento ya citado de la industria Sulfúrica y de la producción de Amoníaco y Acido Nítrico, es preciso señalar el de la fabricación de Cloro electrolítico.- Es el producto químico pesado de desarrollo más notable en los últimos años, como lo indican estas cifras de producción:

Año:	1923	1940	1953	1956	1957
Producción: (en toneladas)	153.300	480.000	2,750.000	3.315.000	4.000.000

provocado principalmente por la gran demanda de la industria de síntesis orgánica para la fabricación, entre otros, de productos tenso activos y polímeros clorados.-

Necesariamente este crecimiento ha sido acompañado por el de Soda Cáustica electrolítica, obsorbido a su vez por la creciente demanda de la industria del Rayón.-

Al mismo tiempo la producción de Cenizas de Soda y de Soda Cáustica por caustificación ha quedado estabilizada en los últimos años.-

2.1 Procesos - Tecnología - Instalaciones

2.1.1 Comenzando por la industria del Acido Sulfúrico, como producto químico pesado de mayor importancia, podemos reseñar su línea de producción por medio del diagrama I representando un grupo industrial con sus principales subproductos y derivados.-

El proceso más extendido y utilizado modernamente es el de Contacto con catalizador de Vanadio y Azufre de alta pureza como materia prima.- Aproximadamente el 70% de la producción de Acido Sulfúrico corresponde en el mundo a plantas que utilizan este proceso.- El resto es producido casi totalmente por el clásico proceso de las Cámaras de Plomo, con algunas variantes en ciertas plantas.- Inclusive existen plantas mixtas que emplean ambos procesos, enriqueciendo en la planta de contacto el ácido diluído procedente de la instalación de cámaras.-

El proceso de Contacto debe su éxito al hecho de tener un considerable menor costo de instalación, de mantenimiento y operación.- Modernamente se suministran plantas muy compactas y de alto grado de automación.- Se señala la recuperación de calor de los gases del horno de combustión del azufre por medio del generador - recuperador, el cual puede producir 1 tonelada de vapor por tonelada de ácido producida y que normalmente satisface las necesidades de vapor de la planta.-

La conversión de SO2 a SO3 alcanza índices de aproximadamente 97,5%.- La pérdida de gases de SO3 por la torre de absorción no sobrepasa normalmente la cifra de 0,5%.- Por su parte la vida del catalizador es de alrededor de 10 años.- El empleo de mano de obra por tonelada de H_2SO_4 100% es de 6.5 horas-hombre.-

En cuanto al empleo del Acido Sulfúrico ya se ha señalado que el principal rubro es el de la producción de fertilizantes, especialmente en los países de economía agraria.- En el Uruguay, de 16,800 toneladas de ácido - producción estimada en 1961 - fueron consumidas aproximadamente 11,300 en la elaboración de Superfosfato de Calcio (34,000 toneladas) es decir, prácticamente el 66% del ácido producido.-

De los otros derivados indicados en el diagrama I, sin - detenerse en el grupo muy importante de la fabricación de productos petroquímicos y otros productos de síntesis órgánicas, cabe destacar el de la fabricación de Sulfato de Alúmina en sus varios tipos, ya sea como coagulante en la purificación de aguas, como en la elaboración de papel.- En nuestro país la O.S.E. (Obras Sanitarias del Estado) tiene un consumo anual de 7.000 toneladas para sus distintas usinas de tratamiento, consumo que sigue creciendo y posiblemente llegue a 10,000 toneladas al finalizar el corriente año.- Este volumen significa un consumo de 3.500 toneladas de ácido.- Entre el programa de desarrollo de los Entes del Estado, figura la adquisición por OSE de su propia planta de elaboración de Sulfato de Alúmina.- Al consumo citado hay que adicionar unas 2.000 toneladas anuales que importan las fábricas de Papel y otras 2.000 aproximadamente que elaboran para propio consumo estas empresas, con una pequeña instalación que utiliza arcillas como materia prima.-

El otro grupo de gran importancia entre los productos químicos pesados es el de los Alcalis y el Cloro.-

En primer término entre los álcalis ubicamos al Carbonato de Sodio anhidro, denominado Soda Solvay, por su volumen de producción y su gravitación en el desarrollo industrial y económico.-

En el presente sigue siendo el alcali de uso más extendido en el mundo.- Su gran producción y bajo precio, junto a la demanda en Soda cáustica para aquellos países de producción limitada en Cloro-Soda electrolíticos, le aseguran un mercado firme y fuerte.-

En cuanto a los productos y subproductos de la industria de Soda Solvay, además del producto básico, es decir Carbonato de Sodio 98-99% y sus derivados cristalizados, el otro producto importante como ya dijimos es la Soda cáustica, obtenida por caustificación del carbonato.- Otros subproductos a mencionar son: Carbonato de Calcio precipitado, Bisúlfito de Sodio y el Bicarbonato de Sodio.-

El proceso empleado es el conocido de Soda-Amoníaco o proceso Solvay.- La casi totalidad de las plantas existentes en el mundo utilizan, aún con ligeras variantes, el mismo diseño, en instalaciones desde 50 a 2.000 toneladas diarias.- Sólo un pequeño porcentaje de plantas emplean el proceso Solvay discontinuo o adaptaciones, existiendo alguna planta de 10, 15 y hasta 2 toneladas por día.- Aún operan algunas plantas, muy pocas, con otros procesos, tipo Leblanc, por ejemplo.- Por último debemos citar que existe también en el mercado un Carbonato de Sodio de origen mineral que se extrae directamente de algunos yacimientos.-

La utilización de materias primas abundantes y de muy bajo costo: Cloruro de Sodio, Piedra Caliza o Cal, pequeñas cantidades de Amoníaco (pérdidas) y agua (enfriamiento), por medio de un proceso y equipo de operación contínua y de alto grado de desarrollo tecnológico, han dado a las instalaciones Solvay una total predominancia en el mundo.- Cierto es que el costo de instalación de una planta Solvay es muy considerable, y por otra parte deben ser diseñadas para una producción mínima de 50 toneladas diarias para que la producción resulte en condiciones de competencia.-

Precisamente, la gran producción mundial y el control de precios que realizan las grandes compañías exportadores de álcalis, junto a la elevada inversión que requiere, ha dificultado el desarrollo de esta industria en los países poco industrializados.- Así en Sud-América, mientras que Brasil produce 30.000 toneladas de Carbonato y 20.000 toneladas de Soda Cáustica (Planta Solvay de Cabo Frío), en Chile "CORFO" ha encarado la producción de 75.000 toneladas anuales de Cenizas de Soda Solvay, de las cuales se proyecta vender 40.000 como tales, 1.000 como Bicarbonato y 34.000 se convertirán en Soda Cáustica.- La República Argentina no cuenta aún con producción nacional de Cenizas.- Desde hace años el Instituto "Dinie" ha estado proyectando la instalación de una planta de 80.000 toneladas por año de Cenizas de Soda, 20.000 de Soda Cáustica y 600 de Bicarbonato de Sodio.- Las ofertas que obtuvo por esta instalación oscilaron entre 3.5 y 8 millones de dólares.- Existe en

Maiquetia (Venezuela) una pequeña planta de 2 toneladas diarias, registrada como Solvay, cuyo diseño y condiciones operativas desconocemos.-

En nuestro País, salvo algunos intentos sin éxito, no se vislumbra por el momento, la posibilidad de esta Industria.- A pesar de que la demanda, especialmente por la industria del vidrio, puede justificar una producción de 50 ton/día, se estima que la misma no sería competitiva con la importación.-

En lo que respecta al grupo Cloro-Soda Cáustica electrolíticos, según ya lo hemos citados, constituye una industria de enormes posibilidades, especialmente en los países industrializados y en los de abundante suministro de energía eléctrica de bajo costo.-

El gran desarrollo que ha tenido esta industria se debe principalmente a la importancia que ha adquirido modernamente el Cloro como materia prima para numerosas industrias de importación, especialmente la de síntesis orgánica.- De subproducto de la industria de Soda electrolítica, ha pasado a ser ahora el producto principal por sus aplicaciones.- Asi, en el año 1939 en los E.E.U.U. la demanda de Soda Cáustica era el doble de la de Cloro y al mismo tiempo, la demanda en Cenizas de Soda superaba ampliamente a la de Soda Cáustica.- En la actualidad la situación es totalmente distinta, y tal como lo reseñamos en la pág. 3, la demanda actual de Cloro supera a la de Soda, lo que ha motivado la aparición de nuevos procesos para la producción de Cloro, algunos puramente químicos tales como el DEACON modificado.-

Las posibilidades de una planta de Cloro-Soda electrolíticos se indican esquemáticamente en el diagrama II, con subproductos y derivados.-

En cuanto a los procesos empleados, pueden señalarse los siguientes: electrolisis de salmuera en celdas de diafragma y en celdas de amalgama de Mercurio, electrolisis de Cloruro de Sodio fundido y electrolisis de Acido Clorhídrido (Alemania).-

Los procesos más divulgados son los de electrolisis de salmuera en celdas de diafragma o de mercurio.- Mientras las plantas con celdas de diafragma han tenido un mayor desarrollo en los comienzos de esta industria, especialmente en algunos países, las de celda de amalgama han tenido gran impulso en los últimos años.- En los E.E.U.U. en 1956 del total de plantas de Cloro-Soda instaladas, el 78,5% empleaban celdas de diafragma y sólo el 14.5 las de Mercurio.- No obstante en los Países Europeos y en Japón la situación es inversa; y en la actualidad la instalación de celdas de mercurio en los E.E.U.U. ha tomado fuerte impulso.-

Sin entrar al análisis técnico comparativo de las facilidades de ambos procesos y plantas, corresponde decir que en general en los países de adelantada planificación hidroeléctrica y al mismo tiempo de costo de producción de vapor elevado, se tiene preferencia por las instalaciones de celdas de mercurio.- Por otra parte la producción directa de Soda Cáustica tipo rayón (50-70%) en este tipo de planta,

sin requerir purificación ni concentración del álcali, así como el desarrollo de celdas de mercurio de alta capacidad (120.000 a 180.000 A), lo que significa un menor costo operativo, ha provocado la tendencia actual de reemplazar las celdas de diafragma por las modernas de mercurio de alta capacidad.-

En cuanto a las intalaciones, existen en el mercado mundial diversos tipos y diseños de celdas de electrolisis, ya sea del tipo diafragma (Hooker, Solvay, Krebs, Gibbs, etc.) o de Mercurio (Mathieson, Castner, BASF, De Nora, etc.) y plantas en producción de 10, 50, 100 y 250 toneladas diarias de Cloro.- Prácticamente la producción de soda cáustica 100% como solución al 50%, es equivalente a la de Cloro; y por otra parte lo que produce la planta en el otro producto de la electrolisis, el Hidrógeno gaseoso, es del orden de los 11,000 pies cúbicos por tonelada de Cloro producida.-

La instalación completa de este tipo de industria implica aparte de las celdas, la sección purificación de la salmuera, equipos transformadores de potencia, rectificadores y las plantas auxiliares de liquefacción del Cloro y de producción de hipoclorito y Acido Clorhídrico, lo que significa una inversión muy importante.- A esto habría que agregar el costo del Mercurio en las plantas que utilizan celdas de este tipo.-

En lo que tiene referencia con la situación de esta industria en los países de esta zona de Latino-América, aparte del ya mencionado hecho del contralor que existe del mercado mundial de los álcalis por parte de las grandes compañías productores-exportadoras, el mercado del Cloro no ha alcanzado hasta el presente un desarrollo de entidad.- Su consumo es apreciablemente menor en comparación con el de la soda cáustica y siendo el Cloro en esta industria un elemento limitable, la producción de álcali por este proceso sólo significa una reducida fracción del total del consumo de soda cáustica.- En consecuencia el balance del consumo de éste álcali procede de la importación o de la industria Solvay en algunos casos.

Nuestro País, de escaso desarrollo industrial, especialmente en la rama de los clorados orgánicos (derivados del Benceno y del Etileno), constituye un ejemplo de esta situación.- La producción actual de Soda electrolítica y Cloro es del orden de las 6 toneladas diarias.- Y el consumo total de Soda cáustica por día alcanza a las 20 toneladas, procedentes de la importación.- La producción del Cloro-Soda se ajusta a la demanda del mercado de Hipoclorito de Sodio y Acido Clorhídrico, comenzándose dentro de poco tiempo la liquefacción y envasado de Cloro.-

En otros países, Brasil y Argentina, la situación es algo distinta, ya que existe una industria de derivados clorados y al mismo tiempo el Hidrógeno tiene una demanda firme en la industria de aceites hidrogenados, margarina, etc.- Nos obstante en la Argentina fundamentalmente por carencia de la energía eléctrica suficiente, la producción de Soda electrolítica es aún deficitaria.- Así, en el año

1957 se produjeron 32.000 toneladas, mientras que la importación alcanzó cifras del orden de las 61.000 toneladas.-

2.1.2 - Otros productos químicos pesados

2.1.2 En este capítulo haremos referencia especialmente por su interés, a las industrias de los compuestos del Nitrogeno, es decir Amoníaco, Acido Nítrico y las sales derivadas.- Su importancia radica fundamentalmente en el incremento notable que ha tenido en los últimos años la producción y consumo de fertilizantes nitrogenados complejos.- En cifras de Nitrógeno, el consumo con destino a fertilizantes en los E.E.U.U. (año 1950) alcanzó aproximadamente a 1.000.000 de toneladas.-

Tanto en lo que respecta al Amoníaco como al Acido Nítrico, los antiguos procesos de descomposición de sales amoniacales para el primero y de tratamiento de Nitrato de Soda por el Acido Sulfúrico en el segundo, van quedando en desuso.-

Modernamente el desarrollo de la producción de Hidrógeno y fijación de Nitrógeno del aire, han impulsado la producción de Amoníaco sintético según proceso Haber-Bosh.- Especialmente se ha desarrollado el proceso que utiliza gases residuales de refinería de petróleo y Nitrógeno del aire, como materias primas, separación en frío de los gases y síntesis catalítica.- Este tipo de instalación se halla en competencia con las que emplean otros procesos para la obtención del hidrógeno y el Nitrógeno.-

Simultaneamente ha sido desarrollado el proceso de oxidación catalítica a partir de Amoníaco y aire para la fabricación de Acido Nítrico.-

2.2 Economía - Inversiones y costos de producción

Gran volumen de producción y bajo costo, es, según dijimos, la característica de los productos químicos pesados.- Ya hemos hecho referencia al porqué de la gran producción, e inclusive surge de los procesos reseñados la abundancia y reducido costo de las materias primas requeridas por las principales industrias.-

En este capítulo nos referiremos a índices de consumo de los rubros fundamentales que determinan el costo unitario de producto elaborado, para las principales industrias de productos químicos pesados.-

2.2.1 Industria del Acido Sulfúrico

Tomando como referencia una planta para la producción de 10 ton. diarias de Acido Sulfúrico 100%, en operación contínua, por proceso de contacto, es decir, una instalación de capacidad productiva reducida, tenemos las siguientes cifras:

Consumos por tonelada:

Azufre 99,5% de pureza	345 kgs.
Energía	60 Kwh
Horas-hombre.	6.5 (sin transporte)
Agua (enfriamiento)	18 m^3

Inversión total aprox.: Equipos, montaje. . . . . U$S 130.000
Valor de la producción (precio Uruguay) . . . . . U$S 145.000 por año

Para plantas de 100 toneladas diarias de producción, comunes en los países industrializados, obviamentella inversión inicial y los costos de producción y mantenimiento se reducen apreciablemente en proporción.-

Considerando una relación práctica de Acido Sulfúrico monohidrato a Superfosfato de 1:3, tendremos una producción de aproximadamente 30 ton. diarias de Super a partir de 10 ton. de ácido.- El valor de la producción anual en este caso es del orden de los U$S 385.000, requiriendo una inversión por equipo adicional (molienda, acidulación, accesorios, etc.) de sólo unos U$S 70.000 para la producción indicada.-

2.2.2. Alcalis y Cloro

Comenzando por Cenizas de Soda Solvay, tomaremos como tipo una planta de capacidad de 50 ton. diarias de Carbonato, es decir, la que se conceptúa económicamente en condiciones de competencia.-

Los consumos de materias primas por tonelada producida son:

Sal (Cloruro de Sodio) . . . . . 1,5 - 1,6 toneladas
Cal viva . . . . . 1,2 - 1,5 toneladas
Amoníaco . . . . . 3,5 kg.

Otros requerimientos muy variables según el tipo de instalación son: combustible (fuel-oil o coke), energía eléctrica y mano de obra.-

La inversión para una planta de esta clase varía entre 2 y 4 millones de dólares, dependiendo de si se instala también la planta de caustificación, si se construye un horno de cal o se adquiere cal viva, ubicación geográfica de la fábrica, etc.-

El valor de la producción anual es aprox. de U$S 700.000.-

En cuanto a la instalación de Cloro-Soda electrolíticos, tenemos los siguientes valores para una planta con capacidad para producir 10 toneladas diarias de Cloro gaseoso:

Cloruro de Sodio . . . . . 1,8 ton. por ton.
Energía (corriente contínua) 3300 KwH " "
Agua . . . . . .400 lts/h." "
Combustible y vapor . . . . . casi despreciable

El costo de instalación incluídos celdas, purificación de salmuera, transformadores, rectificadores, el Mercurio, los edificios y las unidades de liquefacción del Cloro y producción de hipoclorito, es estimado en U$S 100.000 por tonelada diaria de producción. Esto significa que la inversión total aprox. para una planta de 10 ton. diarias es cercana al millón de dólares.-

El valor de la producción referido a valores de plaza de nuestro País, estimado en base a Cloro líquido y Soda sólida 99.9% alcanza cifras totales del orden de los U$S 1.900.000 para una instalación de 3.000 toneladas anuales de Cloro.-

En los países de suministro de energía a bajo precio, particularmente los que poseen una amplia red fluvial con abundante producción de energía hidroeléctrica, esta industria puede desarrollarse economicamente.- Italia es un ejemplo de este tipo dentro del continente europeo.- Al abundante suministro de materias primas, se une

una inversión inicial más baja por ser Italia productosde Mercurio.-

Nuestro País reúne la condición básica de suministro de energía de relativamente bajo costo.- No obstante, según lo citáramos, la falta de mercado para el Cloro hasta el presente, ha limitado las posibilidades de esta industria.-

3 - Desarrollo industrial en el Uruguay y los productos químicos pesados

En el transcurso de los capítulos anteriores ya hemos hecho referencia a la situación de las industrias de productos químicos pesados en nuestro País, sus volúmenes y principales consumos.-

El Uruguay pertenece al grupo de naciones de escaso desarrollo industrial.-

Por una parte las condiciones locales de mercado, especialmente un consumo muy limitado y por otro lado la propia característica nacional de economía basada fundamentalmente en la producción agropecuaria, unido a la carencia de una red vial suficiente y costo de mano de obra elevado, hacen que la industria tenga un proceso de crecimiento muy lento.-

La falta de mercado para determinadas industrias podría resolverse por el establecimiento del proyectado mercado común Latino-Americano, que daría caracter regional a algunas producciones.-

En cuanto al incremento de la producción agrícola-ganadera como factor básico de progreso económico en nuestro País, ya hemos reseñado en el capítulo 1 cómo la fertilización intensiva induce el desarrollo de algunas industrias de productos químicos pesados.-

Haciendo un parangón con Nueva Zelandia que tiene aprox. una superficie de explotación semejante, tenemos, en términos de ton. totales de fertilizantes consumidas, que en los años 1926/27 se emplearon 292.000 ton/año para 16.8 millones de hás.- En 1956/57 esta cifra pasó a 1.036.000 ton/año.-

En el Uruguay, años 1956/57, tuvimos un consumo total de 70.000 ton/año de fertilizantes, en gran parte procedentes de la importación.-

Hacia el año 1960 y como resultado de la aplicación de un plan nacional de desarrollo agropecuario, precios subsidiados, ayuda técnica, etc. dicho consumo sufrió un aumento considerable.- Es lógico esperar que este incremento contiene en línea ascendente, ya que la cifra de necesidades en fertilizantes, según los expertos, se sitúa en las 900.000 ton. anuales entre cultivos y praderas mejoradas.-

Este proceso necesariamente ha provocado el desarrollo de la industria del Acido Sulfúrico.-

La expansión de las 3 plantas actuales con capacidad para 17.000 ton. anuales (H_2SO_4 100%) prevé aumentar la producción a 35.000 ton/año para 1963, y paralelamente un incremento en la elaboración de Super fosfato proporcional.-

Al mismo tiempo cabe esperar para los próximos años la instalación de la planta de Amoníaco Sintético (proy. ANCAP) y de Acido Nítrico.-

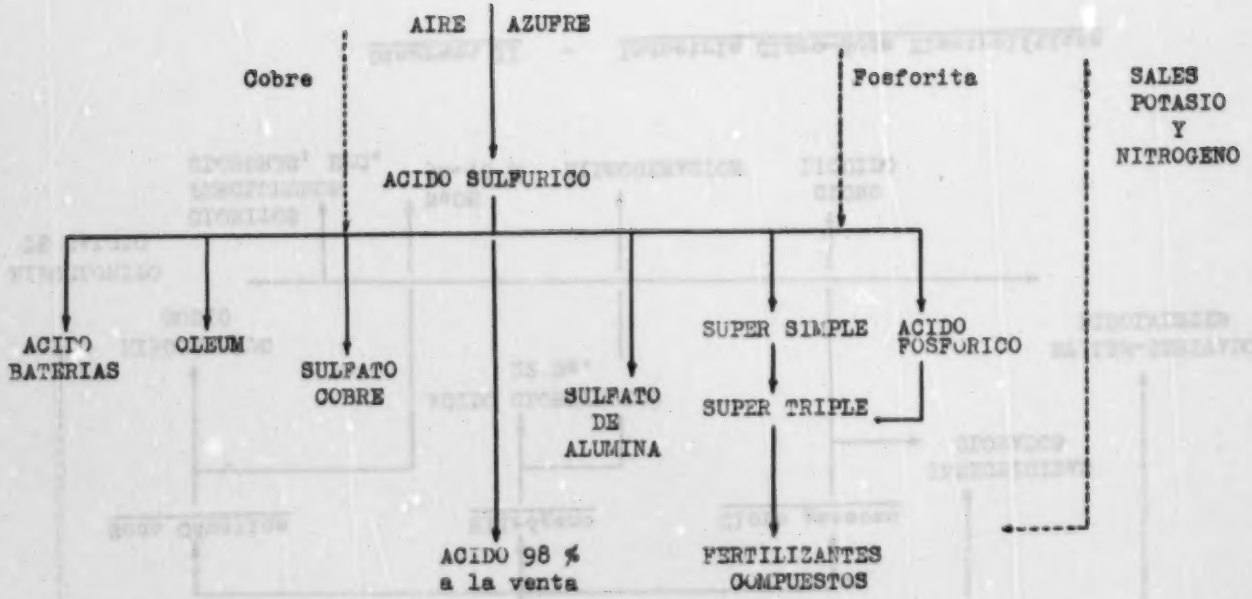

Diagrama I - Grupo Acido Sulfúrico

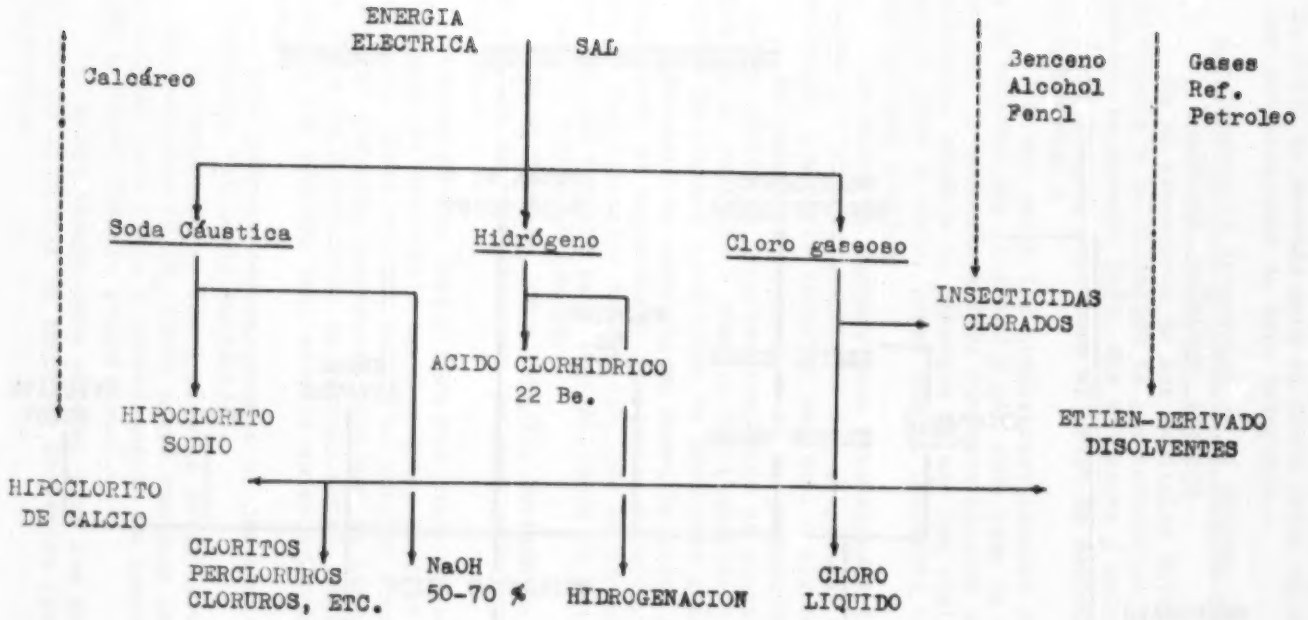

Diagrama II - Industria Cloro-Soda Electrolíticos

99 S - Oct.1962 - 600

E/CONF.39/D/40
SUMMARY
1 Oct.1962
ENGLISH
ORIGINAL : SPANISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

SUMMARY

Agenda Item : D.12.1

Uruguay

THE ROLE OF HEAVY CHEMICAL PRODUCTS IN THE INDUSTRIAL DEVELOPMENT

By Herber A. FREIRIA,
Ayudante de Investigación
del Instituto de Technología
y Quimica de la Facultad
de Ingeniería y Agrimensura,
Herrera y Reissig 565, Montevideo

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

THE ROLE OF HEAVY CHEMICAL PRODUCTS IN THE INDUSTRIAL DEVELOPMENT

by

HEBER A. FREIRIA,
Ayudante de Investigación del Instituto de Technología y Química de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura, Herrera y Reissig 565 - Montevideo, Uruguay

SUMMARY

The chapter entitled GENERAL defines heavy chemical products as being produced on a large scale, at a low cost, and being of great importance as basic and intermediate products for the great industry of consumer goods.

It is pointed out that the industrial and economic development of a country in whatever stage of development is greatly affected by the chemical industry, and especially by the industry of heavy chemical products. In countries with a rural economy, the production of sulphuric acid and of derivatives of Nitrogen to be used in fertilizers plays a fundamental role.

In Part 2 there is an indication of the principal industries of basic products, starting with the sulphuric acid, the Cl, the alkalis and derivatives; comparative figures of the world output are given as well as a table showing a breakdown of the amount consumed by other processing industries.

The Cl is the heavy chemical product most notably developed in the last years owing to the great demand from the industries of organic synthesis.

Starting with sulphuric acid, there is a review of the best known processes for the different industries of this group, and the author gives his opinion as regards the facilities, efficiency, advantages, etc., - from the technological point of view - of the types of installations in use throughout the world. Comments are made on every heavy chemical industry as regards their position, development, etc., in Uruguay and in other countries of Latin America.

Special reference is made to Cenizas de Soda Solvay (Soda Solvay Ashes), indicating the variation in capacity of the different plants, and giving the figure of fifty tons as the lowest daily output in competitive conditions.

Together with the Soda Solvay, the production of caustic soda, either by causticación or by electrolytic process, is analysed, as well as the causes that have been, up till now, an obstacle to the development of

these industries in South America. Particular reference is made to the policy of prices and competition among the big exporting companies, and besides this, the absence in some countries of Cl trade prevents the expansion of the "Chloro/Soda" industry.

When dealing with this industry, the installation with diaphragm and amalgam cells will be considered, and reference will be made to the present trend to install plants with high capacity mercury cells.

In a separate chapter, reference is made to the industries of amoniac, nytric acid and nitrogen salts, pointing out the technological development of catalytic synthesis processes for the amoniac and catalytic oxidation processes for the nitric. Mention is made of the great possibilities offered, even in our country, by the production of synthetic amoniac from the residual gazes in the petroleum refinery.

In the following chapter a summary is made of the requirements of the industries under consideration; of the consumption of raw materials and other important factors, according to the process in question, as well as an estimation of investments required for equipment, installation, etc., and the value of the respective yearly output.

Indicative figures are given for an estimation of the production cost, and of the investments and prospects of each particular industry.

The figures given show that the fundamental characteristics of the heavy chemical products industry are: abundance and low price of raw materials, low operative cost and rentability of investments.

At the end of the paper a general view is given of the situation of the industry in Uruguay and of the main factors limiting its development.

In our country, where the economy is based on the rural production, industrial expansion depends on the production of sulphuric acid and fertilizers. The plans for economic development attempt to promote and expand these industries. Present evolution.

Through the establishment of regional markets, new prospects are opened up for the installation and expansion of other industries, whether basic or secondary.

S - 99 E - Oct.1962 - 1,600